

## **O PROBLEMA DA INSERÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM UNIDADES CONSUMIDORAS DE BAIXA TENSÃO NO BRASIL**

**R. Benedito<sup>1</sup>, R. Zilles<sup>2</sup>**

Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos - Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto 1289, CEP 05508-010, São Paulo, Brasil  
Tel. 11 3091-2632 - Fax (11) 3816-7828 - e-mail: risibe@usp.br

**RESUMO:** Este estudo pretende identificar os motivos de a microgeração distribuída de eletricidade com Sistemas Fotovoltaicos não ter sido inserida na matriz elétrica brasileira, a despeito dos benefícios dessa tecnologia. A expansão da oferta necessária para o Brasil passar dos atuais 110 GW de potência instalada para 171 GW, em 2020, ocorrerá através de investimentos em outras fontes de energia. Partindo da análise de documentos gerados por especialistas e de contribuições da sociedade a uma consulta realizada pela Agência Reguladora do Setor Elétrico, este trabalho traz uma compilação dos pontos-chaves a serem atacados e algumas soluções de ordem técnica e regulatória necessárias ao enfrentamento da questão. Verificou-se que a ausência de regulamentação específica é o mote do problema, já que o antigo argumento dos altos custos de geração fotovoltaico tende a desaparecer diante da aproximação de um contexto de paridade tarifária.

**Palavras chave:** energia solar, sistemas fotovoltaicos, geração distribuída.

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil é um país de dimensões continentais e populoso. Sua economia encontra-se em pleno crescimento, exigindo cada vez mais investimentos em infra-estrutura. No Setor Elétrico, especificamente, verifica-se um aumento significativo da demanda de eletricidade. Somente em 2010 foram consumidos 419 TWh, um aumento de 7,8% em relação a 2009 (EPE, 2011-a). Segundo a EPE - Empresa de Pesquisa Energética, órgão do governo responsável pelo planejamento energético, o SIN- Sistema Interligado Nacional contava com 110 GW de potência instalada ao final de 2010, dos quais 77% eram supridos por centrais hidrelétricas. Ainda segundo a EPE, para 2020 prevê-se que serão necessários 171 GW para suprir a demanda, o que exigirá o incremento de 6,1 GW por ano à matriz elétrica na próxima década, totalizando investimentos da ordem de US\$ 123 bilhões somente em geração (EPE, 2011-b).

O paradigma sob o qual ocorrerá essa expansão deve manter-se praticamente o mesmo, com pequenas modificações: uma ênfase na construção de hidrelétricas um ligeiro aumento da participação de fontes alternativas, como eólica, pequenas centrais hidrelétricas e térmicas de biomassa. A interligação desses novos parques geradores ao SIN consumirá recursos da ordem de US\$ 30 bilhões para se construir mais 42.000 km em linhas de transmissão (EPE, 2011-b).

Questiona-se, então, os motivos de priorizar uma fonte de energia que, embora renovável, apresenta diversos inconvenientes. As centrais hidrelétricas consomem recursos volumosos e exigem muito tempo entre a construção e a entrada em operação. Em geral, as plantas também ficam distantes dos centros consumidores. Além disso, provocam impactos ambientais significativos, o que se reflete na atual dificuldade em se conseguir licenças para a construção de novas plantas. Some-se a isso o fato de, nos períodos secos ou de demanda de pico elevada, o sistema necessitar da entrada em operação de termoeletricas à base de combustíveis fósseis para complementar a produção, o que encarece o custo de geração devido aos investimentos adicionais requeridos e indo na contramão de uma matriz limpa.

O Brasil apresenta índices de irradiação que variam entre 1.500 e 2.500 kWh/m<sup>2</sup>/ano e uma área de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>. Se algo em torno de 0,04% dessa área fosse coberta com painéis solares, o país geraria em torno de 500 TWh/ano, o que seria suficiente para suprir a demanda atual de eletricidade (Rüther e Zilles, 2011). Porém, em Abril de 2011 o Brasil contava com apenas 1,35 MWp em SFCR -Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, dos quais 1 MWp correspondem a uma única instalação, dentre as 52 em operação atualmente (Zilles, 2011). Assim, a grande maioria das instalações foi concebida em projetos experimentais de universidades, concessionárias de energia e centros de pesquisa, o que revela ser ainda pequeno o interesse comercial por essa fonte.

---

<sup>1</sup> Aluno de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PPGE-USP) e membro do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos (LSF)..

<sup>2</sup> Docente do PPGE-USP e Coordenador do LSF.

O argumento da inviabilidade financeira, devido aos elevados custos de geração por via fotovoltaica, já não pode mais justificar a falta de investimentos nessa fonte. Alguns trabalhos já indicavam, ao final de 2009, a possibilidade da ocorrência de paridade entre o custo de geração fotovoltaico e a tarifa convencional antes de 2019 para uma série de cidades brasileiras (Benedito e Zilles, 2009); Salamoni (2009). A paridade deverá ocorrer antes nas cidades com elevados índices de irradiação e altas tarifas, como, por exemplo, Fortaleza, no Estado do Ceará.

Nesse sentido, este artigo apresenta, como contraponto ao paradigma vigente no Brasil, a possibilidade de inserção em massa de SFCR como forma complementar de geração de eletricidade. Mais precisamente, esse trabalho pretende avaliar por que, a despeito dos inúmeros benefícios que os SFCR trazem ao Sistema Elétrico e ao ambiente e de seu enorme potencial, sua aplicação no Brasil é incipiente quando comparada a outros países e é simplesmente ignorada pelos planejadores.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa partiu da análise de dois documentos sobre o tema, sendo um deles um relatório do grupo de trabalho criado no âmbito do MME - Ministério de Minas e Energia (MME, 2009) e o outro um relatório com as contribuições da sociedade brasileira a uma consulta pública realizada pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica em 2010 (ANEEL, 2011-a).

O primeiro foi fruto de um estudo realizado por membros de universidades e centros de pesquisa que tinham como principal objetivo avaliar a situação dos SFCR no país e propor um programa de difusão da tecnologia, tendo como referência os erros e acertos verificados nos programas espanhóis e alemães, os quais já se encontram em estágio avançado de desenvolvimento.

O segundo documento reuniu as contribuições de universidades, distribuidoras de energia, associações de fabricantes e geradores e mesmo pessoas físicas, todos indagados pela ANEEL sobre como reduzir as barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes renováveis, conectada em tensão de distribuição.

Ambos os documentos foram confrontados visando-se identificar os principais entraves apontados e, sob a luz da legislação brasileira que rege o tema, foram apresentados o panorama e as discussões seguintes.

## DISCUSSÃO

As principais barreiras à inserção de SFCR apontadas nos dois documentos encontram-se resumidas no quadro a seguir. A ordem de aparição não necessariamente reflete o grau de importância de cada uma.

Barreiras
Não há regulamentação específica
Ausência de um padrão de conexão
Dificuldades de medição da energia gerada
Dificuldades de gestão de muitos sistemas operando em paralelo com a rede
Necessidade de licença ambiental para Registro
Repasse à tarifa limitado a um Valor de Referência
Indefinição sobre a implantação de mecanismos de incentivo

Tabela 1: Resumo das principais barreiras à inserção de SFCR.

A seguir, essas barreiras serão apresentadas e analisadas de forma mais detalhada.

### *Não há regulamentação específica*

De fato, inicialmente a legislação do Setor Elétrico não previa a entrada em operação de microgeradores distribuídos e, portanto, foi articulada para regular empreendimentos de médio e grande porte. A exceção era feita somente a plantas termoeletricas e hidroelétricas com potência até 5 MW, as quais foram liberadas pelo Decreto Federal 2003/1996 da necessidade de Concessão Pública ou Autorização para funcionar, bastando o Registro junto à ANEEL. Esse benefício foi recentemente estendido a centrais eólicas e de outras fontes, incluindo as fotovoltaicas, por meio da Resolução ANEEL N° 390/2009.

A falta de uma regulamentação específica tem alimentado diversos questionamentos por parte dos interessados em instalar sistemas e das concessionárias. Faltam definições básicas sobre limites de potência de SFCR conectados em baixa tensão e sobre os requisitos mínimos de segurança e de qualidade da energia gerada. Além disso, falta definir como operacionalizar a possível comercialização da energia proveniente da microgeração. Ao mesmo tempo em que a ANEEL concede livre acesso às redes de distribuição e o direito de comercialização às centrais de capacidade reduzida, ela as obriga a implementar complexos e caros sistemas de medição, inviabilizando financeiramente pequenas instalações.

### *Ausência de um padrão de conexão*

Uma vez que uma pequena central geradora consegue o Registro junto à ANEEL, ela tem garantido o livre acesso às redes de distribuição. Antes, porém, precisa seguir o PRODIST - Procedimentos de Distribuição. Estes estabelecem que uma solicita-

ção de acesso deve ser protocolada pelo interessado junto à concessionária, podendo-se, inclusive sugerir um ponto de conexão. A concessionária, por sua vez, é quem emite um parecer de acesso, no qual estabelece o melhor ponto de conexão e as normas que devem ser seguidas para efetivação da conexão.

Ocorre que, devido à inexistência, até o momento, de normas padronizadas de conexão, as concessionárias têm utilizado critérios redundantes e desnecessários, principalmente no que diz respeito à segurança. Muitas das funções adicionais de proteção requeridas já são proporcionadas pelos próprios inversores.

Nesse sentido, já está em processo de finalização uma norma que estabelece os requisitos mínimos para inversores. Um grupo de trabalho criado pela ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica foi quem conduziu a redação da minuta, a qual será encaminhada para aprovação da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, órgão máximo responsável pela edição de normas dessa natureza no Brasil, após consulta pública. Esse documento deverá facilitar a concessão do parecer de acesso, uniformizando as exigências e eliminando excessos por parte das distribuidoras.

#### *Dificuldades de medição da energia gerada*

Como o maior potencial de aplicação dos SFCR em baixa tensão está nos setores residencial e comercial de pequeno porte em centros urbanos, um problema de ordem técnica tem dificultado a regularização de microgeradores. Esses estabelecimentos contam com medidores eletromecânicos, os quais estão homologados apenas para registrar o fluxo no sentido convencional (da rede para o estabelecimento) e não no sentido reverso (do estabelecimento para a rede).

Dessa forma, pela atual legislação, a reversão do medidor (girar no sentido inverso) configura fraude e já tem gerado notificações por parte de algumas concessionárias a microgeradores que exportaram à rede mais energia do que dela consumiram. Assim, no atual estado da arte, as instalações precisam ser configuradas cuidadosamente para que não exporte para a rede um bloco de energia maior do que aquele importado durante o mês, o que é uma limitação severa. Mesmo que o microgerador instale outro medidor apenas para contabilizar o fluxo reverso, essa medida será ignorada pela concessionária, pois a mesma não tem a obrigação legal de realizar a leitura do segundo medidor.

Porém esse problema deve ser eliminado com a substituição dos atuais equipamentos de medição por modernos medidores eletrônicos. A ANEEL recolheu da sociedade brasileira, por meio da Audiência Pública Nº 43/2010, contribuições para o estabelecimento de regras de padronização de medidores eletrônicos. A agência promete emitir uma Resolução Normativa até outubro de 2011. Os novos medidores terão diversas funcionalidades. Dentre elas, a capacidade de medir o fluxo de energia nos dois sentidos e a possibilidade de medição remota (atualmente, a leitura é feita por funcionários da distribuidora). A meta da agência é substituição de 60 milhões de medidores em dez anos, processo que terá início até 18 meses após a publicação da Resolução Normativa.

#### *Dificuldade de gestão de SFCR*

A possível massificação de microgeradores conectados à rede de distribuição preocupa as distribuidoras de eletricidade. Elas temem distúrbios de difícil previsão e controle, como a operação em ilha de microgeradores, a injeção na rede de energia de má qualidade e o carregamento excessivo da rede. Além disso, elas questionam a quem caberia o ônus de novos investimentos no reforço da rede e no treinamento de equipes para atuarem nesse novo modelo.

É evidente que mais estudos técnicos precisam ser realizados nesse sentido, visando estudar o comportamento da rede diante da entrada em massa de microgeradores. Mas a experiência internacional tem demonstrado ser perfeitamente viável a operação de SFCR em paralelo com a rede, desde que obedecidos os limites de potência e faixas de tensão adequados (Stadler et al, 2010) e que os inversores obedeçam normas específicas.

Ademais, com a implantação dos novos medidores eletrônicos será possível o monitoramento, por parte da concessionária, das entradas de grandes blocos de energia no sentido reverso, permitindo-a aprimorar suas ferramentas de planejamento e controle.

#### *Necessidade de Licença Ambiental para Registro*

A Resolução ANEEL Nº 390/2009 passou a exigir Licença Ambiental para conceder o Registro a usinas de capacidade reduzida, inclusive para aquelas de fonte fotovoltaica, o que parece ser um contra-senso tendo em vista os benefícios que essa forma de geração traz ao ambiente. Segundo a ANEEL, o objetivo dessa exigência era garantir que os empreendimentos a serem registrados estavam de fato implantados e prontos a operar. O que se percebeu alguns meses após a publicação da Resolução é que alguns órgãos ambientais não concediam a Licença Ambiental sem o Registro e outros simplesmente não concediam a Licença Ambiental para pequenos empreendimentos, conseqüentemente inviabilizando o Registro. Além disso, se fosse mantida essa disposição da ANEEL, correr-se-ia o risco de, no futuro, os órgãos ambientais ficarem sobrecarregados com a entrada de muitos geradores. Dessa maneira, já está em trâmite na Agência uma nova proposta de redação, retirando a necessidade de Licença Ambiental para pequenos empreendimentos, bastando a apresentação de uma Declaração de Condição de Plena Operação, a ser preenchida pelo próprio interessado e entregue junto com a solicitação de registro. Por esse documento, o proprietário afirma estar a planta em perfeitas condições de operação, devidamente vistoriada por um responsável técnico, respondendo civil e criminalmente por inconsistências nas informações prestadas (ANEEL, 2011-b).

### Repassa à tarifa limitado a um Valor de Referência

Com a difusão da microgeração distribuída, pode-se pensar na possibilidade de haver excedentes de energia a serem comercializados pelos produtores. Atualmente, um nicho de mercado para esses produtores é formado pelas próprias concessionárias, as quais podem contratar até 10% da sua demanda de geradores distribuídos, o que deve ser feito via chamada pública. Ocorre que as distribuidoras só podem repassar à tarifa cobrada dos consumidores um valor igual ou inferior a um Valor de Referência (VR). Por ser o VR muito inferior aos custos de geração de fontes alternativas, principalmente via SFCR, as distribuidoras relutam em realizar essa compra de energia.

### Indefinição sobre a implantação de mecanismos de incentivo

Os principais programas internacionais de disseminação de SFCR se deram através do pagamento de tarifas-prêmio (*Feed-in*), visando estimular os proprietários das instalações mediante pagamentos de valores acima do custo de geração da energia convencional, dividindo-se o ônus do pagamento por toda a cadeia de consumidores. Outra forma de incentivo bastante praticada é o *Netmetering*, o qual consiste na possibilidade de o proprietário acumular créditos em energia num dado mês, pelo fato de ter injetado na rede mais energia do que dela consumiu. Esses créditos podem ser utilizados para abater o consumo de energia dos meses subsequentes, sem o envolvimento de troca monetária.

No caso do Brasil, existem aqueles que defendem o pagamento de tarifas-prêmio visando impulsionar um mercado até então incipiente, repassando-se os custos ao valor da tarifa de todos os consumidores, à exceção daqueles com baixa renda, até o alcance da paridade tarifária. A partir daí implantar-se-ia o *Netmetering*. Mas no atual contexto, em que a paridade tarifária já é uma realidade em algumas cidades brasileiras, onde há uma pressão da sociedade pela busca da modicidade tarifária e em que se visualiza um avanço tecnológico nos sistemas de medição e gestão, o *Netmetering* sozinho já parece ser um mecanismo suficiente para alavancar um programa de expansão de SFCR no Brasil.

Restam apenas algumas questões a serem atacadas em favor do *Netmetering*. Uma delas é formação de preços da remuneração à energia gerada por proprietários de SFCR, os quais geralmente injetam energia na rede fora dos horários de ponta, quando a energia é mais barata, e consomem os maiores blocos de energia da rede nos horários de pico, quando a energia é mais cara. A outra questão é que as trocas de energia não serão tributadas até o momento em que passarem a serem tratadas como trocas de bem ou serviços, o que não deveria ocorrer se a idéia é incentivar a geração distribuída.

Uma possível configuração de instalação de um pequeno SFCR residencial com base no sistema de *Netmetering* pode ser visto na Figura 1.

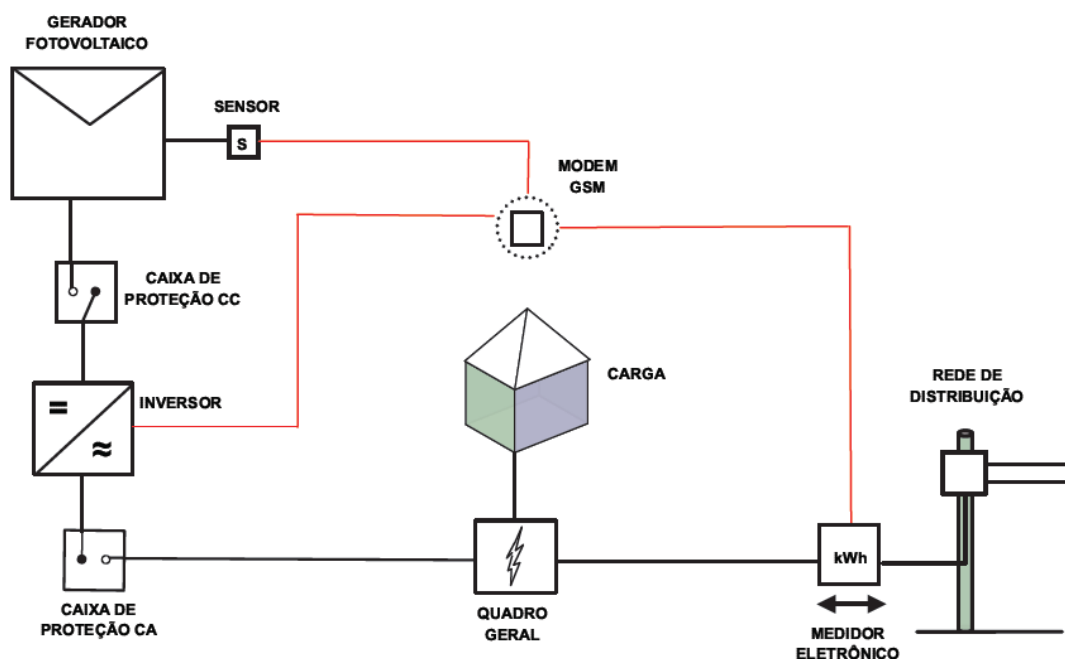


Figura 1: Possível configuração de uma instalação residencial com Netmetering.

No esquema é possível ver que o conjunto gerador/inversor e os elementos de proteção estão conectados diretamente ao quadro geral da instalação. Um sensor de dados de irradiação e temperatura está acoplado ao arranjo de módulos. O medidor eletrônico registra tanto o fluxo no sentido convencional como no sentido reverso. Os dados do sensor, do inversor e do medidor eletrônico podem ser monitorados remotamente via comunicação GSM. A Figura 2 mostra um desenho esquemático de um conjunto de 20 SFCR de um mesmo alimentador se comunicando com uma central de monitoramento.

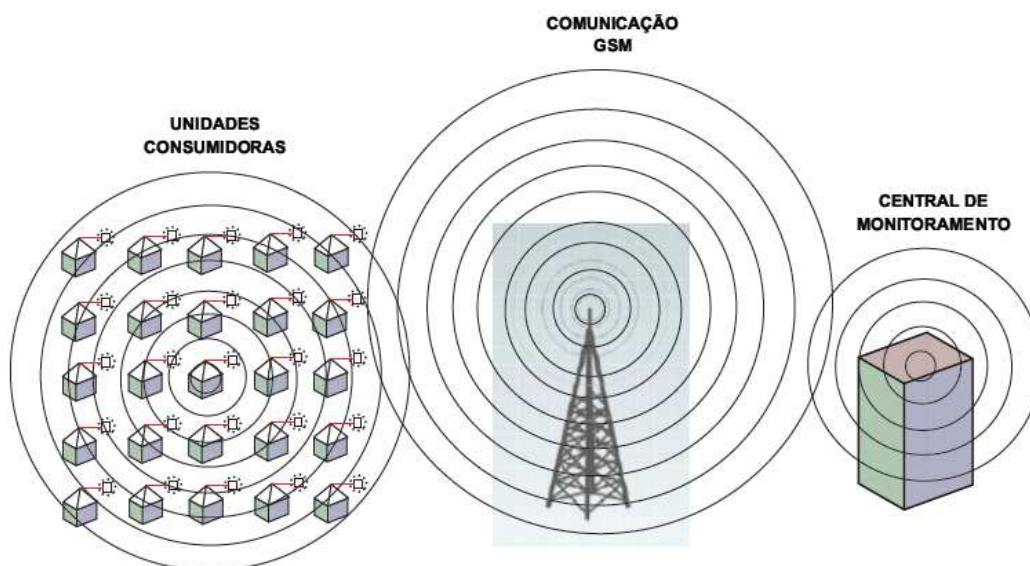


Figura 2: Simulação de comunicação GSM entre as unidades consumidoras e a central de monitoramento.

## CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que, embora o potencial de geração de eletricidade via SFCR seja imenso, a utilização em massa dessa tecnologia não está nos planos dos planejadores do governo, pelo menos num horizonte de dez anos. Constatou-se que os pontos-chaves para a não inserção em massa na matriz elétrica da microgeração distribuída via SFCR não são mais o elevado custo de geração e a inexistência de um parque industrial fotovoltaico no Brasil, mas sim outras questões de ordem técnica e regulatória. Dentre elas, a mais importante é a falta de uma regulamentação específica, a qual reduza as atuais barreiras aos microgeradores. Por fim, diante de um contexto de busca pela modicidade tarifária e de aproximação da paridade tarifária, o sistema de *Netmetering*, se fosse adotado e devidamente regulamentado, seria mais adequado para alavancar a tecnologia do que outros mecanismos de incentivo.

Estas questões serão tratadas no projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico recém aprovado, denominado 120 Telhados Fotovoltaicos, que visa delimitar as condições e impactos da inserção de geração distribuída de energia elétrica a partir de sistemas fotovoltaicos em telhados de consumidores na rede de baixa tensão.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o apoio do “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” – CNPq e do “Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia”.

## REFERENCIAS

- ANEEL (2011-a). Nota Técnica 0004/2011. Relatório De Análise Das Contribuições Referente À Consulta Pública N°015/2010.
- ANEEL (2011-b). Nota Técnica SCG/ANEEL. Audiência Pública com vistas à alteração das Resoluções Normativas nº 390 e 391, ambas de 15 de dezembro de 2009 N°015/2010.
- Benedito, R. e Zilles, R. (2009). Caracterização da produção de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede no Brasil. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, p. 04.09-04.14.
- EPE (2011-a). Empresa de Pesquisa Energética. Informe à imprensa. Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. Ano IV, n.41, Fev 2011. Disponível em [http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/20110224\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/20110224_1.pdf) . Acesso em 14 de setembro de 2011.
- EPE (2011-b). Empresa de Pesquisa Energética. Informe à imprensa- Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020. Disponível em [http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20110606\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20110606_1.pdf) . Acesso em 1 de agosto de 2011.

- MME (2009). Ministério de Minas e Energia. Relatório do Grupo de Trabalho de Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos – GT-GDSF - Portaria n.º 36, de 26 de Novembro de 2008.
- Rüther, R.e Zilles, R. (2011). Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. *Energy Policy* 39, 1027-1030.
- Salamoni, I. (2009). Um programa residencial de telhados solares para o Brasil: diretrizes de políticas públicas para inserção de geração fotovoltaica conectada à rede elétrica. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Stadler et al (2010). Implementation of small grid connected decentralized power generators using renewable energies. Para Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Cologne University of Applied Sciences.
- Zilles, R. (2011). Apresentação ABINEETEC-2011. Geração Distribuída e Sistemas Conectados à Rede. Disponível em <http://www.tec.abinee.org.br/2011/arquivos/s411.pdf>. Acesso em 1 de agosto de 2011.

**ABSTRACT:** This study aims to identify the reasons why distributed microgeneration of electricity with photovoltaic systems have not been included in the Brazilian energy matrix, despite the benefits of this technology. The expansion of the electricity supply needed for Brazil from the current 110 GW of installed capacity to 171 GW in 2020 will occur with investments in other energy sources. Based on the analysis of documents generated by experts and society contributions to a public consultation made by the Regulatory Agency of the Electricity Sector, this paper presents a compilation of key points to be attacked and some technical and regulatory solutions needed to face the issue. It was found that the absence of a specific regulation is the crucial problem, since the old argument of high cost of photovoltaic generation tends to disappear in the approaching context of grid-parity.

**Keywords:** solar energy, photovoltaic systems, distributed generation.